

более надежным является окислительно-сорбционный метод, который реализуется в фильтровальных сооружениях с зернистыми сорбционными загрузками из природных и технических сорбентов, обладающих эффективными адгезионными и каталитическими свойствами. Именно на этой стадии создаётся постоянно действующий барьер для веществ, придающих воде цветность и запахи.

Практическое использование перечисленных фильтровальных сооружений для осветления, обесцвечивания и дезодорации природных вод вызывает необходимость дальнейших исследований по идентификации ингредиентов, придающих природным водам водохранилищ цветность и запахи, определению фильтро-сорбционных способностей гранодиоритов, углей марок АГ-М, ОА-1, АОД, исследования кинетики процессов, определения расчётно-конструктивных параметров осветлительно-сорбционных загрузок и осветлительно-сорбционных фильтровальных сооружений в целом.

- 1.Кульский Л.А. Теоретические основы и технология кондиционирования воды. – 4-е изд., перераб. и доп. – К.: Наук. думка, 1983. – 528 с.
- 2.Гончарук В.В. Концепция улучшения качества питьевой воды в Украине. // Химия и технология воды. – 1994. – №5. – С.469.
- 3.Новиков Ю.В., Кудрин Л.В., Ноаров Ю.А. Современная гигиеническая проблема зарегулированных водоёмов // Гигиена и санитария. – 1985. – №3. – С.55-56.
- 4.Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – С.69-76.
- 5.Sigworth E. A. Taste and odor problems in the Unites States. Jour. "New Engl Water Assoc" – 1959. – V 73, №3. – pp. 55-59.
- 6.Шевченко М.А., Марченко П.В. и др. Окислители в технологии водообработки. – К.: Наук. думка, 1979. – 178 с.
- 7.Черкинский С.Н. Гигиенические вопросы водоснабжения. – М.: Медицина, 1985. – 44 с.
- 8.Методические рекомендации по обеспечению требований СП и СанПиН 2.1.4.559-96 / Госстрой России. – М., 2000. – С.46-48, 63.
- 9.Борисов Б.М., Хоружий П.Д. Окислительно-сорбционный метод очистки воды из Северо-Крымского канала // Экспресс-информация ЦБНТИ Минводхоза СССР. Вып.1. – М., 1982. – С.14, 17-19.
- 10.Борисов Б.М. Технологии осветления, обесцвечивания и дезодорации природных вод. – Симферополь: Вперед, 2002. – С.113, 115-121.

Получено 27.03.2005

УДК 628.38/35 : 631.92/95

Н.И.ЗОТОВ, канд. техн. наук, О.А.ЧЕРНЫШЕВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОТОКОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОСФЕРЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Предлагается концептуальная модель взаимодействия тяжелых металлов, содержащихся в осадках сточных вод с почвенным поглощающим комплексом. Исследовано

использование осадков коммунальных сточных вод в качестве органоминеральных удобрений в соответствии с агроэкологическими требованиями.

Осадки коммунальных сточных вод (ОСВ) могут использоваться в качестве органоминеральных удобрений. Однако существует ряд ограничений по их использованию [1], которые касаются возможного загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ), содержащимися в ОСВ. Для определения потоков ТМ в агрофере при использовании ОСВ необходимо разработать концептуальную модель взаимодействия ТМ с почвенным поглощающим комплексом (ППК), а также транслокации ТМ в растение. Особенно интересно рассмотреть эти механизмы в техногенно-напряженных регионах, которые характеризуются достаточно высоким уровнем концентрации ТМ в почвах, а также возможностью поступления ТМ из аэральных эмиссий в вегетирующие растения. В качестве меры для оценки экотоксикологических свойств ТМ в почвах и ОСВ в соответствии [2] принята интегральная сумма «фонов» по основным компонентам Pb, Zn, Co, Cd, Mn, Cu.

Определение концентраций тяжелых металлов в почвах и ОСВ проводилось в соответствии с [3] атомно-абсорбционным методом в режиме электротермической атомизации на КАС 120.1. Интегральное количество фонов рассчитывали по уравнению (1):

$$\sum_{n+1}^n \Phi = \frac{[M]_{ОСВ}}{\Phi_M},$$

где M – химический элемент (Cd, Pb, Cu, Zn, Co, Mn), мг/кг; Φ_M – фоновая концентрация химических элементов в почвах степной зоны Украины (Донбасс).

В табл.1 приведена экотоксикологическая характеристика ТМ в осадках сточных вод и в почве, в табл.2 – химический состав осадков сточных вод.

Анализ данных табл.1, 2 указывает на целесообразность использования ОСВ в качестве органоминеральных удобрений, при этом в соответствии с агроэкологическими требованиями ОСВ необходимо не менее трех лет выдерживать их на иловых площадках, для обеззараживания, стабилизации и достижения влажности 60-70%.

Расчет количества ОСВ, вносимых в качестве органоминеральных удобрений, необходимо проводить по концентрации общего азота в соответствии с научно-обоснованными нормами внесения азотсодержащих удобрений под разные культуры. Система удобрений культур полевого севооборота предусматривает внесение 90 кг/га азота в пересчете на действующее вещество. Таким образом, в среднем содержа-

ние азота в ОСВ составляет $3,83 \pm 0,9$. Поэтому оптимальная доза внесения ОСВ не должна превышать 25-30 т/га, при этом в грунт может поступать из ОСВ от 20,7 до 5449,2 «фонов» ТМ.

Таблица 1 – Экотоксикологическая характеристика ОСВ и почвы

Город	Массовая концентрация компонентов, мг/кг в ОСВ					Сумма фонов
	Pb	Zn	Cu	Mn	Co	
ОСВ						
Шахтерск	1,6	6	2,5	140	0,8	0,69
Славянск	1,9	17	3,6	385	3,5	1,63
Артемовск	1,8	19,0	7,4	400	3,5	1,87
Угледорск	1,0	7,07	4,85	1101,7	0,48	1,91
Новоазовск	5,4	7,1	1,3	282	12	2,01
Дружковка	1,8	19,0	26,1	75	12,7	2,88
Амвросиевка	14,1	45	2,5	540	8,0	4,14
Дзержинск	21	18	1,9	1300	4,0	4,85
Торез	21	18	1,9	1300	4,2	4,86
Ново-Амвросиевка	3,0	180	2,5	210	6,1	6,41
Часов Яр	32,0	23,0	3,0	1500	5,0	6,48
Константиновка	14,3	150	2,5	680	13,0	7,78
Селидово	26	78,7	7,3	1500	15	8,20
Енакиево	1,14	88,7	74,3	1240	8,7	8,45
Макеевка	130	1600	1000	1680	19	109,16
Донецк	150	2600	1900	1500	25	181,64
Почвы						
Селидово	4,4	45	6,5	1200	14	4,68
Тельмановский р-н	15	30	13	1300	17	5,73
Заповедники «Хомутовская степь»	15	48	16	1300	8	5,84
«Каменные могилы»						
Добропольский р-н	13	60	18	1400	16	6,69
Старобешевский р-н	16	44	13,5	1800	20	7,08

Исходя из того, что масса пахотного слоя 1 га составляет 3000 т, то внесение ОСВ в количестве 30 т/га и соответственно в их составе ТМ не должно существенно повлиять на массовые концентрации ТМ в почве.

С целью оценки влияния ТМ содержащихся в ОСВ рассмотрен механизм взаимодействия валовых и подвижных форм ТМ в почве.

$$F[\text{ТМ}]_{\text{почвы}} = f_1 [\text{ТМ}]_{\text{в.ф.}} + f_2 [\text{ТМ}]_{\text{ОСВ}} + f_3 [\text{ТМ}]_{\text{п.ф.}} \quad (2)$$

Таким образом, при условии, что черноземы обычные (82% по области) характеризуются относительно постоянной толерантностью к ТМ в уравнении (2), то следует ожидать существенного снижения концентрации ТМ в почвенном растворе, поэтому действующая концентрация в выражении $f_2[\text{ТМ}]_{\text{ОСВ}}$ будет существенно ниже за счет свя-

звания ТМ ППК как из подвижных форм, так и из валовых. Таким образом, уравнение, описывающее равновесие в системе грунт – растение, можно представить в виде:

$$F[TM_p] = K + f_2[TM]_{OCB}, \quad (3)$$

в котором $f_2[TM]_{OCB}$ на 70-80% меньше, чем в исходных ОСВ. К характеризует физико-химические свойства почвы. Это подтверждено анализом почвы на содержание ТМ после внесения ОСВ.

Таблица 2 – Химический состав осадков сточных вод

Город (источник ОСВ)	Органическое вещество и биологические элементы, %			Состав минеральной части, %					
	органическое вещество	азот	P ₂ O ₅	зольность	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO
Артемовск	36,2-46,2	12-18	0,7-0,8	45-61	342	4,5	4,2	5,1	3,8
Амвросиевка	52-55	5,3	1,2	63	17	5,3	44,5	8,0	4,0
Дружковка	38-41	2,7-3,1	0,75-0,8	52-61	39	4,5	4,4	5,1	3,6
Енакиево	39-44,7	2,7-3,0	0,7-0,8	55-60	336	4,2	4,3	5,1	3,9
Константиновка	54-55	4,2-5,3	0,8-1,25	45-46	170	5,3	11,5	8,0	4,0
Ново-Амвросиевка	50-52	3,2	1,0	62	180	6,0	12,0	7,0	4,0
Селидово	35,9	3,5-3,94	1,25-1,4	50-60	273	7,3	4,9	4,9	4,0
Славянск	48-49	2,8	0,8	51-52	180	8,1	12,4	7,3	6,2
Угледорск	40-52	3,7-4,0	0,7-1,0	50-60	336	4,2	4,3	5,1	3,9
Часов Яр	33,1-38,5	14-16	0,3-0,65	55-60	350	5,0	8,0	7,6	4,2
Шахтерск	43-47	4,1-4,7	0,8-1,9	53-57	24	8,2	9,5	10	5
Торез	36	0,4	0,03	60-64	34	7,1	10,3	7,5	6,3
Дзержинск	35	0,7	0,02	64-65	33	8	11	7	6,5
Донецк	40-47	3,8	2,4	53-60					
Макеевка	30-36	2,95	2,1	64-70					

Таблица 3 – Массовая концентрация ТМ в почве до и после внесения ОСВ из расчета 60 кг/га по азоту

Слой почвы, см	Массовая концентрация ТМ в почве, мг/кг							
	до внесения ОСВ				после внесения ОСВ			
	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu	Zn	Pb	Cd
0-20	6,5	45	4,4	0,26	7,0	50	6,9	0,25
20-40	5,8	39	3,9	0,22	5,9	43	5,7	0,22

Исходя из данных сравнительных характеристик табл.1, проведены полевые исследования по использованию ОСВ в качестве удобрений под сельскохозяйственные культуры. В табл.4 приведены данные по содержанию ТМ в растениях.

Как показывают данные табл.4, содержание ТМ в сельскохозяйственной продукции не превышало ПДК. Отмечено превышение ПДК по свинцу в зерне ячменя в контроле и при внесении ОСВ, соответственно 1,6-1,7 раза, что, вероятно, связано с поступлением свинца как

через корневую систему, так и поглощение его через листовую поверхность вегетирующего растения, что характерно для регионов с существенной техногенной нагрузкой. Продуктивность сельскохозяйственных культур при внесении ОСВ увеличилась. Так, отмечено увеличение урожайности ячменя на 3,2 ц/га (18,3%), подсолнечника на 2 ц/га (14,7%), урожайность кормовых культур увеличилась в среднем на 25-43% в условиях 2003 г.

Таблица 4 – Содержание тяжелых металлов в сельскохозяйственных культурах

Культура	Содержание ТМ, мг/кг сухой массы							
	Cu		Zn		Cd		Pb	
	без ОСВ	с ОСВ	без ОСВ	с ОСВ	без ОСВ	с ОСВ	без ОСВ	с ОСВ
Суданская трава (надземная часть)	2,9	3,8	40	49	0,20	0,25	1,5	2,0
Люцерна (надземная часть)	3,7	5,4	50	57	0,30	0,34	2,0	2,6
Кукуруза (зерно)	2,9	5,2	41	51	0,10	0,13	1,4	1,8
Ячмень (зерно)	5,6	7,8	26,3	32,9	0,04	0,07	0,79	0,85
Подсолнечник	1,0	2,9	31,2	43,7	0,08	0,15	0,50	0,80

Таким образом, на основе аналитических данных и концептуальных моделей переноса ТМ в агросферу при использовании ОСВ в агросфере можно прогнозировать как регионы и очистные сооружения, где могут быть использованы ОСВ для увеличения продуктивности агроценозов и получения нормативно чистой продукции.

1.Перепелиця А.П. Властивості та екологічний вплив хімічних елементів. Довідник. – К.: Вентурі, 1997. – 191 с.

2.Сало Т.Л., Дишлюк В.С., Чернокозинський А.В. Агроєкологічні та технологічні аспекти застосування в сільському господарстві опадів стічних вод міських очисних споруд // Агроєкологічний журнал. – 2001. – № 2. – С.38-43.

3.Швіндлерман С.П., Зацепіна Д.Я. Фітооптимізація техногенних ландшафтів. – Донецьк: Донецький держ. ун-т, 1999. – 219 с.

Получено 27.03.2005

УДК 628.349.08

А.Н.ГЛУПАК, канд. техн. наук, А.А.ПУГАЧЕВА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

СПОСОБ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНИЗМА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Предлагается способ очистки сточных вод, содержащих вещества, способные к полимеризации. Рассмотрена принципиальная схема полимеризационных процессов,